

537, 302

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

02 JUN 2005

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004)

PCT

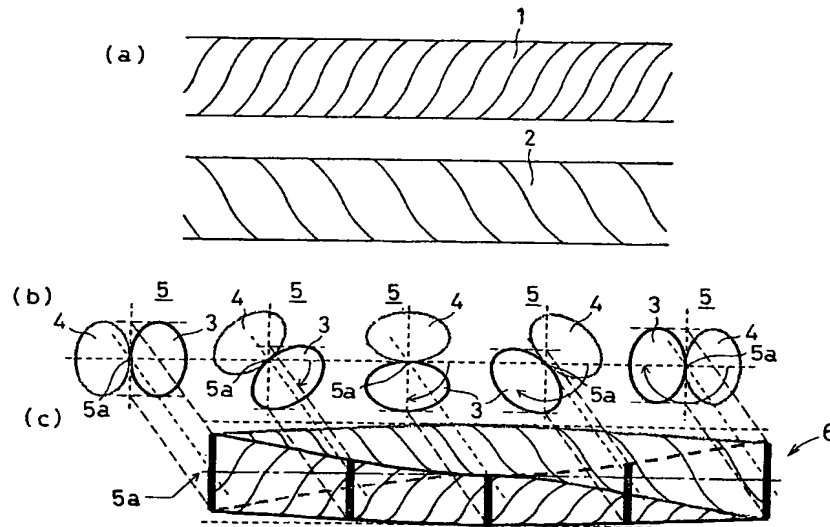
(10) 国際公開番号  
WO 2004/051519 A1

- (51) 国際特許分類: G06F 17/50 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015373 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 規之 (SUZUKI, Noriyuki) [JP/JP]; 〒641-8511 和歌山県 和歌山市 坂田 8 5 番地 株式会社島精機製作所内 Wakayama (JP).  
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 2 日 (02.12.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 西教 圭一郎, 外 (SAIKYO, Keiichiro et al.); 〒541-0051 大阪府 大阪市 中央区備後町 3 丁目 2 番 6 号 敷島ビル Osaka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願 2002-351826 2002 年 12 月 3 日 (03.12.2002) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島精機製作所 (SHIMA SEIKI MANUFACTURING LIMITED) [JP/JP]; 〒641-8511 和歌山県 和歌山市 坂田 8 5 番地 Wakayama (JP).

[続葉有]

(54) Title: SIMULATION METHOD AND SIMULATION SYSTEM OF IMAGE OF TWISTED THREADS

(54) 発明の名称: 撚り糸画像のシミュレーション方法および装置



(57) Abstract: A simulation method and a simulation system of the image of a twisted thread capable of forming an image close to the actuality. When the images of twisted threads (1, 2) are inputted, abstraction models (3, 4) of the twisted threads having a constant elliptical cross-section are obtained as shown at (b). A projection image (6) of the twisted threads as shown at (c) is obtained when the models (b) are viewed from the right side and one of two abstraction models (3, 4) located on the left side is concealed. The projection image (6) of the twisted threads is formed by copying the images of the twisted threads (1, 2) on to the parts corresponding to the abstraction models (3, 4) of respective twisted threads.

(57) 要約: 本発明の目的は、現実に近い画像作成を可能にする撚り糸画像のシミュレーション方法および装置を提供することである。撚り糸 1, 2 の画像を入力すると、(b) に示すように、断面が楕円形で一定である撚り糸の抽象化モデル 3, 4 として抽象化される。(c) に示すような撚り糸の投影画像 6 は、(b) を

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/051519 A1



SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS,  
MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特  
許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッ  
パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

右側から見た状態として得られ、2つの撚系の抽象化モデル3, 4のうち、左側になる部分が隠れる。撚った糸  
の投射画像6は、各撚系の抽象化モデル3, 4にそれぞれ対応する部分に、撚系1, 2の画像をそれぞれ複写して  
形成する。

## 明 細 書

## 撚り糸画像のシミュレーション方法および装置

## 【技術分野】

本発明は、複数本の糸を撚り合わせて、撚った糸を生成するときの画像をシミュレーションして表示することができる撚り糸画像のシミュレーション方法および装置に関する。

## 【背景技術】

従来から、編地や織地を実際に製作することなく、使用する糸を想定して画像でシミュレーションすることは可能になっている（たとえば特開平 7-70890 号公報および国際公開（WO）第 98/16823 号パンフレット参照。）。本件出願人は、編糸の画像データを入力して、その編糸を使用して編成する編地の画像をシミュレーションする方法および装置について、特願 2001-310559 号の出願も行っている。この出願の技術によれば、ファンシーヤーンと呼ばれる毛羽の多い不規則な形状の編糸を使用して編成する編地の画像も、容易にシミュレーションすることができる。

一般に、編地は織地に比較して太い糸が使用され、編目も粗い。このため、編糸としてファンシーヤーンを使用して、特有の意匠効果や風合などを実現することができる。ファンシーヤーンとしては、複数本の糸を撚り合わせて生成する撚り糸が使用されることがある。ファンシーヤーンやファンシーヤーンをさらに撚り合わせたものを使用して、ファンシーヤーン織地や編地の画像を表示可能な製品も紹介されている（たとえばクリスチャン・ゼゼスニー（Chritiane Szezesny）他 2 名、「画面上でのファンシーヤーンのシミュレーション

（Simulation of Fancy Yarns on the Screen）」、ファブリック・フォーミング（Fabric Forming）、アイ・ティー・ビー（ITB）、1991 年 3 月、p. 73-74 参照）。特願 2001-310559 号の出願で提案している技術で、撚り糸の画像を使用すれば、撚り糸を使用する編地画像のシミュレーションは可能である。糸の撚り合わせの際に、糸の断面形状が圧縮されることについても報告されている（たとえばエイ・グリシャノフ（A. Grishanov）他 4 名、「2 成分

糸の幾何学についてのシミュレーション パート I : 糸の圧縮の力学 : 糸の断面形状のシミュレーション (The Simulation of the Geometry of Two-component Yarns Part I: The Mechanics of Strand Compression: Simulating Yarn Cross-section Shape)」、ジャーナル・オブ・テキスタイル・インスティテュート (J. Text. Inst.)、テキスタイル・インスティテュート (Textile Institute)、88 Part 1 No.2、1997年、p. 118-131 参照)。

クリスチャン・ゼゼスニー (Chritianne Szezesny) 他2名、「画面上でのファンシーヤーンのシミュレーション (Simulation of Fancy Yarns on the Screen)」、ファブリック・フォーミング (Fabric Forming)、アイ・ティー・ビー (ITB)、1991年3月、p. 73-74 には、Fig. 1~5 として、単独のファンシーヤーン①、そのファンシーヤーンを複数本撚り合わせたファンシーヤーン②、およびそれらのファンシーヤーンを使用している生地③の画像が記載されている。撚り合わせのファンシーヤーン②が含まれない図もある。しかしながら、これらの画像をどのようにしてシミュレーションしているかは不明である。ただし、クリスチャン・ゼゼスニー (Chritianne Szezesny) 他2名、「画面上でのファンシーヤーンのシミュレーション (Simulation of Fancy Yarns on the Screen)」、ファブリック・フォーミング (Fabric Forming)、アイ・ティー・ビー (ITB)、1991年3月、p. 73-74 の著者のうちの1名は、国際公開 (WO) 第98/16823号パンフレットの発明者として記載されているので、国際公開 (WO) 第98/16823号パンフレットに開示されている技術を使用してシミュレーションを行っているとは推定される。

国際公開 (WO) 第98/16823号パンフレットに開示されている技術では、3次元スキャンされた糸を、表面上に設定される複数の点の位置座標と、その点を含む表面領域の方位との組合せとして、3次元モデル化している。織地や編地で糸の中心線が通る3次元空間座標を数値モデルの処理で求め、糸の3次元モデルの中心線を数値モデルの中心線に対応させて変形させる。この際に、糸の3次元モデルの表面上に設定されている点も中心線に合わせて変位させ、そのような点の集合として糸の画像を表示して、シミュレーションを行っている。

糸の3次元モデルを作成するときに、表面上の点の間隔を狭くして高密度にすれば、実際の糸の画像を忠実に反映させることが期待される。しかしながら、点の数が多くなると、画像処理に要する時間が長くなる。また、ファンシーヤーンは、細かい毛羽などが不規則に存在しているところに特徴があり、毛羽は表面から外部にはみ出しているので、前述のような手法で3次元モデルに反映させることは困難である。

#### 【発明の開示】

本発明の目的は、現実に近い画像作成を可能にする撚り糸画像のシミュレーション方法および装置を提供することである。

本発明は、複数本の糸の撚り合わせをシミュレーションして、撚った糸の画像を形成する撚り糸画像のシミュレーション方法であって、

撚り合わせに使用する該複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力する画像入力ステップと、

画像入力ステップで入力される画像に基づいて、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定しておく抽象化ステップと、

抽象化ステップで抽象化された該複数本の糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った糸の抽象化モデルを生成する撚り合わせステップと、

撚り合わせステップで生成された撚った糸の抽象化モデルを、該中心軸に平行な平面上に投射する投射ステップと、

投射ステップで平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化ステップで設定されている対応関係に基づいて、各糸の画像を複写する画像複写ステップとを含むことを特徴とする撚り糸画像のシミュレーション方法である。

また本発明の前記抽象化ステップでは、前記画像入力ステップで入力された複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、前記各糸の抽象化モデルを生成し、

前記撚り合わせステップは、

前記撚った糸に対して配置基準点を設定して、抽象化ステップで生成される各糸の抽象化モデルの断面形状を、該配置基準点のまわりにそれぞれ配置する断面配置ステップと、

断面配置ステップで設定される配置基準点を、予め定める条件に従って前記撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面配置ステップで配置された断面形状の組合せを、該中心軸のまわりで回転させる断面回転ステップと、

撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、断面回転ステップで回転する断面形状の軌跡として生成する外形生成ステップとを含むことを特徴とする。

また本発明の前記抽象化ステップでは、前記断面形状を、予め定める条件に従って扁平化させることを特徴とする。

また本発明の前記断面配置ステップでは、前記撚った糸の配置基準点まわりの断面領域を、前記糸の抽象化モデルの直径の平方根の比で分割し、分割された領域間の境界線で隣接する糸の断面形状が相互に接するように、各糸の抽象化モデルの断面形状を円形から扁平化させることを特徴とする。

また本発明の前記断面配置ステップでは、1つの糸の抽象化モデルについての前記平方根の比が全体の半分以上を占める場合、該糸の抽象化モデルが前記配置基準点まわりの断面領域を半分だけ占めるように調整することを特徴とする。

また本発明の前記断面配置ステップでは、前記撚った糸の中心軸とは異なる位置に前記配置基準点を設定し、

前記断面回転ステップでは、配置基準点も、撚った糸の中心軸まわりに回転させることを特徴とする。

また本発明の前記断面配置ステップでは、前記配置基準点を、該配置基準点と前記各糸の抽象化モデルの断面形状の中心位置との相対位置を各断面形状の直径で重み付けして加重平均して得られる位置が前記撚った糸の中心軸の位置となるように、設定することを特徴とする。

また本発明は、毛羽のある糸について、

前記抽象化ステップでは、外周側の毛羽の部分と、毛羽を除いた内周側の糸本体の部分とを分けて前記糸の抽象化モデルを生成し、

前記断面配置ステップでは、糸の抽象化モデルを、糸本体の部分の断面形状に基づいて前記配置基準点のまわりに配置して、該糸本体の部分の断面形状の周囲に、隣接する糸の抽象化モデルを超えないように、毛羽の部分の断面形状を配置し、

前記画像複写ステップでは、前記糸の画像から毛羽の部分と糸本体の部分とを分けて、前記平面に投射されている糸の抽象化モデルに画像を複写することを特徴とする。

また本発明の前記抽象化ステップでは、前記各糸の抽象化モデルと画像との対応関係を、抽象化モデルの長さ方向に対して、画像の全長または一部を使用区間として設定し、使用区間の一端から他端までを対応付けると、次に一端から対応付を再開するように繰返して設定することを特徴とする。

また本発明は、前記画像複写ステップで、前記平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルに、前記各糸の画像を複写した撚った糸の画像を使用し、該撚った糸を使用して編成する編地の画像をシミュレーションすることを特徴とする。

さらに本発明は、前述のいずれかに記載の撚り糸画像のシミュレーション方法を、コンピュータに実行させるためのプログラムである。

さらに本発明は、コンピュータに読込ませて、前述のいずれかに記載の撚り糸画像のシミュレーション方法を実行させるためのプログラムを記録した、コンピュータ読取り可能な記録媒体である。

さらに本発明は、複数本の糸の撚り合わせをシミュレーションして、撚った糸の画像を形成する撚り糸画像のシミュレーション装置であって、

撚り合わせに使用する該複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力する画像入力手段と、

画像入力手段に入力される画像に基づいて、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、

各抽象化モデルと画像との対応関係を設定する抽象化手段と、

抽象化手段によって抽象化される該複数本の糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った糸の抽象化モデルを生成する撚り合わせ手段と、

撚り合わせ手段によって生成される撚り糸の抽象化モデルを、該中心軸に平行な平面上に投射する投射手段と、

投射手段によって平面上に投射される撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化手段によって設定されている対応関係に基づいて、各糸の画像を複写した状態を表示する画像複写手段とを含むことを特徴とする撚り糸画像のシミュレーション装置である。

また本発明で、前記抽象化手段は、前記画像入力手段に入力される複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、

前記撚り合わせ手段は、

前記撚った糸に対して配置基準点を設定して、抽象化手段によって生成される各糸の抽象化モデルの断面形状を、該配置基準点のまわりにそれぞれ配置して、予め定める条件に従って扁平化させる断面配置手段と、

断面配置手段によって設定される配置基準点を、予め定める条件に従って前記撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面配置手段によって配置される断面形状の組合せを、該中心軸のまわりで回転させる断面回転手段と、

撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、断面回転手段によって回転する断面形状の軌跡として生成する外形生成手段とを含むことを特徴とする。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

図1は、本発明の実施の一形態による撚り糸画像のシミュレーション方法の概要を示す図であり、撚り合わせに使用する2本の糸1, 2の側面図、各糸1, 2を抽象化して生成する糸の抽象化モデル3, 4で撚り合せを行って形成する撚っ



た糸の抽象化モデル 5 の断面図、および撚った糸の投射画像 6 の側面図である。

図 2 は、本発明の実施の他の形態として、撚り糸画像のシミュレーション方法を実行する一般的な手順を示すフローチャートである。

図 3 は、図 1 または図 2 の実施形態の撚り糸画像シミュレーション方法を実行しうる撚り糸の画像シミュレーション装置 10 の概略的な電氣的構成を示すブロック図である。

図 4 は、図 2 の実施形態で、ステップ a 5 の撚り合わせ、ステップ a 6 の投射、およびステップ a 7 の画像複写を組合わせる撚り描画処理についての手順を示すフローチャートである。

図 5 は、図 4 のステップ b 1 で各撚糸の抽象化モデルについて、断面形状を決定する考え方を示す図である。

図 6 は、図 4 のステップ b 2 で、配置基準点 O のまわりに各撚糸の断面形状を配置する考え方を示す図である。

図 7 は、図 6 (b) に示すように太さが異なる撚糸を撚り合わせるときに、撚りの中心をずらす効果を示す側面図である。

図 8 は、毛羽のある撚糸について、画像のサイズと、糸本体の位置とを計算する考え方を示す図である。

図 9 は、毛羽のある撚糸について、画像のサイズと、糸本体の位置とを計算する考え方を示す図である。

図 10 は、図 4 のステップ b 8 で描画幅  $w$  を計算する考え方を示す図である。

図 11 は、図 10 に示す楕円を基準に、その短軸を  $x$  軸、長軸を  $y$  軸として示す図である。

図 12 は、図 4 のステップ b 9 で撚糸の毛羽領域を計算する考え方を示す図である。

図 13 は、図 4 のステップ b 10 で、毛羽のある撚糸の描画を行う考え方を示す側面図である。

図 14 は、図 2 の実施形態による撚り糸画像のシミュレーション結果の例を示す側面図である。

図15は、図2の実施形態による撚り糸画像のシミュレーション結果の例を示す側面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

以下図面を参考にして本発明の好適な実施例を詳細に説明する。

図1は、本発明の実施の一形態として、2本の糸の撚り合わせをシミュレーションして、撚った糸の画像を形成する基本的な考え方を示す。図1(a)は、撚り合わせに使用する2本の撚糸1, 2の側面画像を示す。図1(b)は、各撚糸1, 2を抽象化して生成する撚糸の抽象化モデル3, 4で撚り合せを行って形成する撚った糸の抽象化モデル5の断面形状を示す。図1(c)は、撚った糸の投射画像6を示す。なお、撚った糸を生成するために撚り合わせる糸は、撚糸1, 2のように素材の繊維を撚って生成したものばかりではなく、モノフィラメントなどの単繊維の状態のものを使用することもできる。

図1(a)に示すような2本の撚糸1, 2の画像は、スキャナ等で実際の撚糸1, 2を撮像して入力することもできる。また、コンピュータグラフィックスで作成したり、撮像した実写画像をさらに編集することもできる。図1(b)に示すように、各撚糸1, 2は、断面が楕円形で一定である撚糸の抽象化モデル3, 4として抽象化される。2本の撚糸1, 2が同等の場合、撚った糸の抽象化モデル5は、中心軸5aのまわりに各撚糸の抽象化モデル3, 4の断面を回転させた軌跡として得られる。図1(c)に示すような撚った糸の投射画像6は、たとえば図1(b)を右側から見た状態として得られ、2つの撚糸の抽象化モデル3, 4のうち、左側になる部分が隠れる。また、撚糸の抽象化モデル3, 4は中心軸5aのまわりで螺旋状に変形しているので、投射画像6では波線状に変形している。撚った糸の投射画像6は、各撚糸の抽象化モデル3, 4にそれぞれ対応する投射像の部分に、撚糸1, 2の画像をそれぞれ複写して形成する。

図1では、同等の撚糸1, 2を2本だけ使用して撚った糸の投射画像6を得るまでの基本的考え方を示しているけれども、本発明は撚糸の数に制限がなく、各撚糸は同等ではなくても適用することができる。

図2は、本発明の実施の他の形態として、撚り糸画像のシミュレーションを行

う一般的な手順を示す。ステップ a 0 から手順を開始し、ステップ a 1 では、図 1 (a) と同様に、撚糸の画像の入力、または作成を行う。前述のように、撚糸の画像は、スキャナ等で入力して加工したり、糸作成プログラムなどで新規に 2 次元画像として作成し、透明成分を利用して毛羽の表現を行うこともできる。撚糸の画像は、毛羽を除いた内周側の本体部と、外周側の毛羽の領域とに分けて取扱う。画像の入力に合わせて、撚糸の本体部と毛羽の領域とを判断するパラメータや解像度等の情報も入力、または作成される。ステップ a 2 では、ステップ a 1 で入力、または作成される画像、パラメータおよび情報を、各撚糸ごとにデータとして記憶する。ステップ a 1 およびステップ a 2 では、実際に撚り合わせに使用する撚糸よりも多くの撚糸を入力したり、作成したりしておくことができる。

ステップ a 3 では、撚糸としてどの糸を使用して撚った糸を生成するための撚り合わせを行うのかを示すように、撚糸をセットする。ステップ a 4 では、撚り本数、撚り方向、所定長単位の撚り回数、描画解像度等の撚りパラメータを設定する。また、後述するような各種調整に使用するための情報も予め設定する。ステップ a 5 では、図 1 (b) と同様に、撚り合わせ処理を行う。ステップ a 6 では、図 1 (c) と同様に、撚った糸の抽象化モデルについての投射処理を行う。ステップ a 7 では、撚糸の画像を投影像に複写する複写処理を行い、撚った糸の画像のシミュレーション結果を表示する。ステップ a 8 ではシミュレーション結果を見て、さらに撚りパラメータを変更するか否かを判断する。撚りパラメータを変更するときは、ステップ a 4 に戻る。ステップ a 8 で撚りパラメータを変更しないときは、ステップ a 9 で撚り合せに使用する撚糸を変更するか否かを判断する。撚糸を変更するときは、ステップ a 3 に戻る。ステップ a 9 で撚糸の変更がないときは、ステップ a 10 で作成した撚った糸などの糸データを記憶し、ステップ a 11 で手順を終了する。

すなわち、本実施形態では、撚り合わせに使用する複数本の撚糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力する画像入力ステップとしてのステップ a 1 と、画像入力ステップで入力される画像に基づいて、各撚糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象

化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定しておく抽象化ステップとしてのステップ a 2 と、抽象化ステップで抽象化された該複数本の撚糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った撚糸の抽象化モデルを生成する撚り合わせステップとしてのステップ a 5 と、撚り合わせステップで生成された撚った糸の抽象化モデルを、撚った糸の中心軸平行な平面上に投射する投射ステップとしてのステップ a 6 と、投射ステップで平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各撚糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化ステップで設定されている対応関係に基づいて、各撚糸の画像を複写する画像複写ステップとしてのステップ a 7 とを含む。

なお、ステップ a 1 0 で記憶する糸データは、前述の特願 2 0 0 1 - 3 1 0 5 5 9 号の出願で開示しているような技術で、編地として編成する状態をシミュレーションすることができる。すなわち、国際公開 (WO) 第 9 8 / 1 6 8 2 3 号パンフレットや他の文献に開示されている先行技術で撚った糸の 3 次元モデルを生成し、画像複写ステップで、平面上に投射される撚った糸の抽象化モデルの投射像に含まれる各撚糸の抽象化モデルの投射像に、各撚糸の画像を複写して生成する撚った糸の画像を利用し、その撚った糸を使用して編成する編地の画像をシミュレーションすることができる。

図 3 は、図 1 または図 2 の実施形態の撚り糸画像シミュレーション方法を実行しうる撚り糸画像シミュレーション装置 1 0 の概略的な構成を示す。前述の手順の各ステップは、コンピュータ 1 1 に含まれる CPU 1 2 が ROM 1 3 や RAM 1 4 などに格納されるプログラムに従って動作することで実現される。CPU 1 2 は、ハードディスク装置 (以下、「HDD」と略称する) 1 5 などにプログラムを予め記憶しておき、必要に応じて RAM 1 4 に読出して動作する。ROM 1 3 には、基本的な動作などについてのプログラムが予め格納される。

CPU 1 2 のプログラム動作では、インタフェース (以下、「I/F」と略称する) 1 6 を介して接続されるスキャナ 1 7 を画像入力手段として、糸についての 2 次元画像を入力する。またキーボード、グラフィックタブレット、マウスなどの操作入力装置 1 8 も、I/F 1 6 を介して、操作入力されたデータ等を CP

U12に入力することができる。CPU12のプログラム動作によって生成される撚り糸のシミュレーション画像や糸の入力画像は、陰極線管（CRT）や液晶表示装置（LCD）などの表示装置19によって表示される。CPU12が動作するプログラムは、記録媒体ドライブ装置20に着脱可能な記録媒体、たとえばCD（Compact Disc）-ROMなどの光学ディスクや、フレキシブルディスクなどの磁気的な記録媒体に記録させて、HDD15やRAM14に読込むようにすることもできる。また、モデムやルータなどの通信装置21を介し、プログラムを、LAN（Local Area Network）やインターネットなどの情報通信ネットワークから転送して使用することもできる。

図4は、図2の実施形態で、ステップa5の撚り合わせ、ステップa6の投射、およびステップa7の画像複写を組合わせる撚り描画処理についての手順を示す。ステップb0から手順を開始し、ステップb1では、各撚糸の抽象化モデルについての断面形状を円形として決定する。ステップb2では、配置基準点を設定し、各撚糸の抽象化モデルの断面形状を、配置基準点のまわりに配置して扁平化する。ステップb3では、撚りの中心を計算する。ステップb4では、撚糸の本体部分と毛羽の領域とを計算する。ステップb1からステップb4までが図2のステップa5に示す撚り合わせに相当する。また、抽象化モデルの断面形状を決定する段階で扁平化しておくこともできる。

図4のステップb5では、撚りの中心まわりで、撚りパラメータに基づいて断面の回転角度を決定する。ステップb6では、各撚糸の抽象化モデルについて、撚りの中心を一方向に延した中心軸に沿う描画位置を計算する。ステップb7では、各撚糸の抽象化モデルの描画順序を決定する。ステップb5からステップb7までが図2のステップa6に示す投影に相当する。

図4のステップb8では、各撚糸の抽象化モデルの投影画像の描画幅を計算する。ステップb9では、各撚糸の抽象化モデルの投影画像について、毛羽の領域を計算する。ステップb10では、各撚糸の投影画像に各撚糸の画像を当てはめる複写を行う。ステップb11では、図2のステップa3で撚糸としてセットされている全ての糸を処理しているか否かを判断する。全ての糸を処理していないとき

は、ステップ b 8 に戻る。ステップ b 8 からステップ b 1 1 までが図 2 のステップ a 7 に示す画像複写に相当する。ステップ b 1 1 で全ての糸を処理していると判断するときは、ステップ b 1 2 で中心軸に沿って、撚った糸の端まで処理したか否かを判断し、端まで処理していないときはステップ b 5 に戻る。ステップ b 1 2 で端まで処理したと判断するときは、ステップ b 1 3 で手順を終了する。

図 5 は、図 4 のステップ b 1 およびステップ b 2 で各撚糸の抽象化モデルについて、断面形状の配置を決定し、扁平化する考え方を示す。撚糸を 3 本使用する場合に、各撚糸の円形断面での直径を  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  とし、配置基準点 O に向う径方向を縦方向である  $x$  方向として縮小し、 $z x_1$ ,  $z x_2$ ,  $z x_3$  とする。 $x$  方向に垂直な周方向としての横方向を  $y$  方向として拡大し、 $z y_1$ ,  $z y_2$ ,  $z y_3$  とする。配置基準点 O まわりの 1 周を、各撚糸の直径  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  の平方根の比で  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  に分割し、その比に応じて縦と横の拡大縮小率を計算する。すなわち、各撚糸の抽象化モデルの断面形状は、配置基準点 O のまわりに配置される楕円となり、円形断面の直径  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  に対し、短軸の長さはそれぞれ  $z x_1$ ,  $z x_2$ ,  $z x_3$  倍となり、その長軸の長さはそれぞれ  $z y_1$ ,  $z y_2$ ,  $z y_3$  倍となるように扁平化される。

本実施形態では、各撚糸の抽象化モデルの断面形状を、その太さに基づいて扁平化する。まず、配置基準点 O を設定し、配置基準点 O のまわりに各撚糸の抽象化モデルの断面形状を配置する。各断面形状は、まず円形となるように抽象化し、さらに撚糸の数や太さに応じて楕円形となるように扁平化する。たとえば  $n$  本の撚糸を用いて撚り合せを行う場合、各撚糸の円形断面での直径を  $W_1$ , ...,  $W_n$  とすると、 $m$  ( $1 \leq m \leq n$ ) 番目の撚糸の直径  $W_m$  が配置基準点 O のまわりで占める割合  $\kappa_m$  を、直径  $W_m$  の平方根の比に比例するように、次の (1) 式に従って設定する。

【数 1】

$$\kappa_m = \frac{\sqrt{W_m}}{\sqrt{W_1 + \dots + W_n}} \quad \dots (1)$$

ただし、直径 $W_m$ の平方根の比 $\kappa_m$ が $\kappa_m > 0.5$ となるときは、 $\kappa_m = 0.5$ となるように補正する。1つの撚糸の直径の比が全部の半分以上を占めても、平面上の配置基準点 $O$ のまわりには半分の領域を超えて楕円を配置することができないので、比 $\kappa_m$ を $0.5$ に補正する。また、比 $\kappa_m < 0.2$ となるときは、一律に $\kappa_m = 0.2$ に補正する。これは小さな領域では扁平を無視できるためである。したがって、撚糸が2本以上であり、同じ幅であれば5本までを扁平化して処理することができる。

拡大縮小率は、次の(2)式に従う倍率 $z_m$ で設定する。

【数2】

$$z_m = \frac{\alpha \times (\kappa_m - 0.2)}{0.5 - 0.2} \quad \dots (2)$$

ここで $\alpha$ は、たとえば $\alpha = 0.1$ に設定される定数とする。この $\alpha$ の値は、必要に応じて変更することができる。(2)式の倍率 $z_m$ を用いて、縦方向および横方向の倍率は、次の(3)式および(4)式のように決定される。

$$z_{xm} = 1.0 - z_m \quad \dots (3)$$

$$z_{ym} = 1.0 + z_m \quad \dots (4)$$

図5では、中心が $C_1$ の断面形状は直径 $W_1$ が相対的に小さいので、あまり扁平にならない。中心が $C_2$ の断面形状は扁平になる。

図6は、配置基準点 $O$ のまわりに各撚糸の断面形状を配置する考え方を示す。配置の中心となる配置基準点 $O$ のまわりの領域は、前述の $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ の割合で分割される。図6(a)は3本の撚糸の場合を示し、図6(b)は2本の撚糸の場合を示す。図6(a)に示すように、各撚糸の中心位置をそれぞれ $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ とする。配置基準点 $O$ から各中心 $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ までの距離をそれぞれ $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ とする。各撚糸の断面形状は、配置基準点 $O$ を通る境界線と接する。配置基準点 $O$ を通る境界線と、配置基準点 $O$ と中心 $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ とをそれぞれ結ぶ直線とがなす角度を $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ とすると、 $1 \leq m \leq 3$ として、 $\theta_m$ は、次の(5)式で決定される。

【数 3】

$$\theta_m = \frac{360 \times \kappa_m}{2} \quad \dots (5)$$

したがって、距離  $r_m$  は、次の (6) 式で決定される。

【数 4】

$$r_m = \sqrt{\left(\frac{W_m}{2} \times z_{xm} \times \sin(\theta_m)\right)^2 + \left(\frac{W_m}{2} \times z_{ym} \times \cos(\theta_m)\right)^2} \quad \dots (6)$$

したがって、 $C_m$  の中心座標は、次の (7) および (8) 式で決定される。

$$c_{xm} = r_m \times \cos(\alpha_m) \quad \dots (7)$$

$$c_{ym} = r_m \times \sin(\alpha_m) \quad \dots (8)$$

ここで、図 6 (a) から、 $\alpha_1 = 0$ 、 $\alpha_2 = \theta_1 + \theta_2$ 、 $\alpha_3 = \alpha_2 + \theta_2 + \theta_3$  であることが判る。

すなわち、図 4 のステップ b 1 に示すような断面形状の決定のステップでは、前記画像入力ステップで入力された複数本の燃糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、各燃糸の抽象化モデルを生成する。

またステップ b 2 に示すような配置基準点 O の周囲に各燃糸を配置するステップでは、配置基準点 O まわりの断面領域を、燃糸の抽象化モデルの断面を円形として抽象化した直径  $W_m$  の平方根の比で分割し、分割された領域間の境界線で隣接する燃糸の断面形状が相互に接するように、各燃糸の抽象化モデルの断面形状を配置させる。この配置の際に扁平化も行う。なお、燃糸の素材によって、抽象化モデルの断面形状に対する扁平化の割合が変わるようにしてもよい。

図 6 (b) では、燃糸が 2 本の場合で、一方の直径が他方よりも大きく、直径の比が半分より大きくなる場合に、その燃糸を設置基準点 O まわりの半分の領域を占めるように調整している状態を示す。すなわち 2 本の燃糸では、 $L_1 = L_2$  となる。このように、断面配置ステップでは、1 つの燃糸の抽象化モデルについての平方根の比が全体の半分以上を占める場合、その燃糸の抽象化モデルが配置基準点 O まわりの断面領域を半分だけ占めるように調整する。



図 7 は、図 6 (b) に示すように太さが異なる撚糸を撚り合わせるときに、撚りの中心をずらす効果を示す。図 7 (a) は配置基準点 O を撚った糸の中心軸とする場合を示し、図 7 (b) は配置基準点 O とはずれた位置に撚りの中心軸を設定する場合を示す。図 7 (a) では、太い撚糸はより大きく外に膨らみ、細い撚糸 3 2 は中心に近い位置を回転するために、うねって見える。図 7 (b) では、撚りの回転中心となる中心軸を、各撚糸の直径の大きさを重みとして、配置基準点から全ての撚糸の中心位置までの距離の加重平均となる位置に設定して、うねりを軽減している。逆に、任意に中心位置をずらすことによって、撚るときの各撚糸に対する引張り力の違いから生じるうねりを、ある程度表現することもできる。

$\text{Sum}W = \sum W_m$ 、 $\text{Sum}C = \sum (C_m \times W_m)$  とすると、うねりを軽減するための加重平均による中心軸の位置 R は、配置基準位置 O を基準として、次の (9) 式で表すことができる。

【数 5】

$$R = \frac{\text{Sum}C}{\text{Sum}W} \quad \dots (9)$$

図 8 および図 9 は、毛羽のある撚糸について、外周側の毛羽の部分と、毛羽を除いた内周側の糸本体の部分とを分けて撚糸の抽象化モデルを生成し、それぞれを描画するための画像のサイズと、糸本体の位置とを計算する考え方を示す。図 8 は、1 本の撚糸の抽象化モデルについて、投射方向を図面の左右方向として、断面形状 3 3、3 4 の短軸が投射方向に平行となっている状態を示す。配置基準点 O から断面形状 3 3、3 4 のそれぞれの中心 C を通る直線が投射方向となす角度を回転角度とすると、回転角度は、断面形状 3 3 で 0 度、断面形状 3 4 で 180 度となる。これらの断面形状 3 3、3 4 では、長軸が投射方向に垂直となる。図 9 では、断面形状 3 5、3 6 として、長軸が投射方向に平行となる状態を示す。配置基準点 O から各断面形状の中心 C を通る直線についての回転角度は、断面形状 3 5 で 90 度、断面形状 3 6 で 270 度となる。

以下、投射方向を紙面の左から右に向かう x 方向とし、投射方向に垂直な下から上に向かう方向を y 方向とする。

図 4 のステップ b 1 で各撚糸の抽象化モデルの断面形状 3 3, 3 4, 3 5, 3 6 を決定する処理では、内周側の糸本体 3 3 a, 3 4 a, 3 5 a, 3 6 a の部分と、外周側の毛羽 3 3 b, 3 4 b, 3 5 b, 3 6 b の部分とを分けて取り扱う。ステップ b 2 での配置基準点 O の周囲に各撚糸を配置する処理からステップ b 8 での撚糸の描画幅を計算する処理までのうち、ステップ b 4 を除いて、糸本体 3 3 a, 3 4 a, 3 5 a, 3 6 a に基づいて行う。ステップ b 4 では、糸本体 3 3 a, 3 4 a, 3 5 a, 3 6 a の領域の幅  $w_y$  と、撚糸の毛羽 3 3 b, 3 4 b, 3 5 b, 3 6 b の部分の領域の幅  $w_{y1}$ ,  $w_{y2}$  とを計算する。

図 8 および図 9 では、投射画像範囲 3 7, 3 8 も示す。投射される平面は、回転の中心 R を通る中心軸に平行であり、紙面との交線は、上下方向に延びる直線となる。投射画像範囲 3 7, 3 8 のうち、上側と下側とには、毛羽として、 $w_{y1}$  と  $w_{y2}$  とが付加される。

投射画像範囲 3 7, 3 8 で、 $y_{ws}$  から  $y_{we}$  までの範囲は、糸本体 3 3 a, 3 4 a, 3 5 a, 3 6 a の部分の幅  $d_w$  となる。回転の中心 R を通る投射方向の直線から断面形状 3 3, 3 4, 3 5, 3 6 の中心 C までの距離を  $d$  とすると、幅  $d_w$  は、次の (10) 式で求めることができる。

【数 6】

$$d_w = 2 \times \left( \frac{1}{2} \times w_y + d \right) = w_y + 2 \times d \quad \dots (10)$$

任意の回転角度での糸本体の幅は、回転角度  $0/180$  度と  $90/270$  度とで求めた幅  $d_w$  の値の大きい方をその値とする。撚糸の全体の幅は、糸本体の幅に毛羽の幅を含めたものである。

図 4 のステップ b 5 で、断面の回転角度  $\beta$  は、撚り糸の中心軸線に沿って処理するときに、単位長当たりの撚り回数として設定されている撚りパラメータに従って決定される。ステップ b 6 での各撚糸の描画位置の計算は、中心位置 C を求めて行われる。回転角度  $\beta = 0$  のときに、回転中心 R を基準とする断面形状の中

心Cの位置の座標は、前述のような投射方向をx方向とする2次元座標( $c_x$ 、 $c_y$ )として、配置基準点Oを原点とする中心Cの座標をC( $x$ 、 $y$ )、回転中心Rの座標をR( $x$ 、 $y$ )とすると、次の(11)式のように表される。

$$(c_x, c_y) = C(x, y) - R(x, y) \quad \dots (11)$$

回転角度 $\beta$ での中心Cの $x$ 、 $y$ 座標をP( $x$ )、P( $y$ )とすると、次の(12)、(13)式でそれぞれ求めることができる。

$$P(x) = c_x \times \cos(\beta) - c_y \times \sin(\beta) \quad \dots (12)$$

$$P(y) = c_x \times \sin(\beta) + c_y \times \cos(\beta) \quad \dots (13)$$

ステップb7で、各燃糸の描画順序を決定する処理では、断面形状の中心の位置座標のうちで、 $x$ 成分であるP( $x$ )が小さいものから順に描画するように決定する。

図10は、1本の燃糸の抽象化モデル3の断面形状について、図4のステップb5で決定する回転角度を $\beta$ とするときに、ステップb8で描画幅 $w$ を計算する考え方を示す。燃糸の抽象化モデル3に関し、破線は、回転角度 $\beta = 0$ の状態を示し、断面形状の中心Cが配置基準点Oを中心として角度 $\alpha$ の位置に配置されているものとする。実線で示すように、回転中心Rを中心として角度 $\beta$ だけ回転すると、断面形状である楕円の中心Cから平面39への投射方向に延びる接線39aへの垂線3vと断面形状の長軸3yとのなす角度は、 $\alpha + \beta$ となる。投射される平面39上での描画幅 $w$ は、断面形状となる楕円の上下で接する接線39a、39b間の間隔として計算することができる。

図11は、図10に示す燃糸の抽象化モデル3の断面形状である楕円を基準に、その短軸3xをx軸、長軸3yをy軸として示す。中心Cから接線39aへの垂線3vの方程式は、次の(14)式で表すことができる。

$$y = a \times x \quad \dots (14)$$

ただし、 $a = \tan(\alpha + \beta)$ である。したがって、楕円に接する直線である接線39a、39bの方程式は、次の(15)式で表すことができる。

【数 7】

$$y = -\frac{1}{a}x \pm \sqrt{r x^2 \times \left(-\frac{1}{a}\right)^2 + r y^2} \quad \dots (15)$$

距離  $d$  は、次の (16) 式で表すことができる。

【数 8】

$$d = \sqrt{d x^2 + (a \times d x)^2} \quad \dots (16)$$

$$\text{ただし、} d x = \frac{\sqrt{r x^2 \times \left(-\frac{1}{a}\right)^2 + r y^2}}{a + \frac{1}{a}}$$

である。接線 39a, 39b は上下対称位置にあるため、水平投射された燃糸の幅  $w$  は、この距離  $d$  を 2 倍にして求めることができる。すなわち、 $w = 2 \times d$  となる。

図 12 は、図 4 のステップ b9 で燃糸の毛羽領域を計算する考え方を示す。前述のように、毛羽のある燃糸の糸画像 40 について、抽象化モデルでの断面形状の配置は、糸本体 40a について行い、毛羽 40b の領域はその外周側に付加する。糸本体 40a に隣接する燃糸が存在する領域 40c では、毛羽 40b の幅が隣の燃糸の中心を越えないようにする。中心 C1 の燃糸が毛羽 40b を有し、中心 C2, C3 の燃糸にそれぞれ隣接している場合、次のような角度  $\theta 1$ ,  $\theta 2$ ,  $\theta 3$ ,  $\theta 4$  を計算する。ここで、 $\theta 1$  は、中心 C2 の楕円の接線のうち、中心 C1 から中心 C2 に向かって左側にある接線の方角である。 $\theta 2$  は、中心 C2 の方角である。 $\theta 3$  は、中心 C3 の方角である。 $\theta 4$  は、中心 C3 の楕円の接線のうち、中心 C1 から中心 C3 に向かって右側にある接線の方角である。 $\theta 1 \sim \theta 4$  は、配置基準点 O から燃糸の中心位置 C1 を通る直線を基準に設定される。この直線が  $x$  方向の基準方向に対してなす角度を  $\alpha$  とする。

糸画像 40 における毛羽の領域は、中心 C1 まわりの角度  $\theta$  の範囲に応じて、次のような長さ  $\lambda_{lim}$  に制限される。ただし、内部には糸本体 40a が含まれる

ので、正味の毛羽の領域は、長さ $\lambda_{lim}$ に制限される領域で、かつ内部の糸本体40aの部分を除いた範囲である。ここで、 $\lambda$ は制限しないときの撚糸の幅であり、D1、D2は、中心C1から中心C2、C3までの距離である。すなわち、撚糸の中心C1から毛羽の先端までの長さは、 $\theta_1 < \theta \leq \theta_2$ では、 $\lambda$ からD1の間で、 $\theta_2 < \theta < \theta_3$ では、D1からD2の間で、 $\theta_3 \leq \theta < \theta_4$ では、D2から $\lambda$ の間で、それぞれ補間された値に制限される。

ただし、毛羽の密度が高い場合は、隣の撚糸との間に収まりきれなかった毛羽がはみ出すことも考えられるため、この制限を緩める方が良いときもある。毛羽の密度に応じて、毛羽の領域の制限を調整すればよい。

図13は、図1(a)のように入力される糸画像40を糸本体40aと毛羽40bとに分けて取り扱い、水平投射された撚った糸の投射画像6に複写して、図4のステップb10での撚糸の描画を行う考え方を示す。撚り描画処理では、中心軸5aに沿って一定の長さずつ処理を進める。説明の便宜上、区間41、42、43がこの一定の長さに対応しているものとする。実際の処理では、より細かい区間を設定することはもちろんである。糸画像40の糸本体40aは、区間41、42、43毎に、撚った糸の投射画像6上の対応する撚糸の糸本体投射像6aの部分に、順次的に複写される。撚糸の糸本体投射像6aは、断面が扁平化された抽象化モデルに対応しているので、幅が変化する。糸画像40の毛羽40bも同様に毛羽投射像6bに複写される。ただし、毛羽投射像6bの部分は、図12に示すような隣の撚糸との関係による制限を受ける。区間43の終端43eまで複写したら、次は区間41の始端41sから複写を繰り返す。このように使用区間の一端から他端までをリピートすることによって、糸画像40の長さよりも長い撚った糸をシミュレーションすることができる。

糸画像40の始端41sと終端43eとで、毛羽40bなどの形状が大きく変化するときは、最後の区間43に最初の区間41を続けると不自然になることがある。そのような場合は、糸画像40の必ずしも全長を使用する必要はなく、接続するのに都合がよい部分を使用することもできる。また、始端41s側と終端43e側とを重複させて、濃度変化で一方が順次薄れ、他方が順次濃くなるよう

に画像処理して遷移させることもできる。

図14および図15は、本実施形態の撚り糸画像のシミュレーション結果の例を示す。図14では、(a)，(b)，(c)に示す3本の撚り糸を撚り合わせて、(d)に示す撚った糸の画像をシミュレーションしている。(c)に示すファンシーヤーン50のうち、毛羽51，52が(d)に複写されていないのが判るはずである。

図15では、(a)，(b)，(c)，(d)に示す撚り糸の各画像を入力して、(e)，(f)，(g)に示すような撚った糸の画像をシミュレーションしている。このように、入力されている糸の画像の範囲で、種々の組合せで撚った糸のシミュレーションを行うことができる。なお、糸画像について、色に関する色相、明度、彩度などの分布についてのマスクデータを、撚り描画処理しておけば、撚り糸の色に関する情報を変更すると、シミュレーション結果の画像に直接反映させることができる。

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

#### 【産業上の利用可能性】

以上のように本発明によれば、画像入力ステップで、撚り合わせに使用する複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力すると、抽象化ステップで、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定しておく。撚り合わせステップで、複数本の糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った糸の抽象化モデルを生成し、投射ステップで、撚った糸の抽象化モデルを、中心軸に平行な平面上に投射する。画像複写ステップで、平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、対応関係に基づいて、各糸の画像を複写

するので、各糸の細かい毛羽なども画像として複写され、現実に近い画像作成が可能となる。

また本発明によれば、複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、配置基準点を設定して、各糸の抽象化モデルの断面形状を、その配置基準点のまわりにそれぞれ配置し、配置基準点を、予め定める条件に従って前記撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面形状の組合せを、該中心軸のまわりで回転させる。撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、中心軸まわり回転する断面形状の軌跡として生成するので、撚った糸の3次元モデルを容易に生成することができる。

また本発明によれば、糸を扁平な断面形状で抽象化することができる。

また本発明によれば、撚った糸の配置基準点まわりの断面領域を、糸の抽象化モデルの断面を円形として抽象化したときの直径の平方根の比で分割し、分割された領域間の境界線で隣接する糸の断面形状が相互に接するように、予め定める条件に従って各糸の抽象化モデルの断面形状を円形から扁平化させるので、太さの異なる糸を撚り合わせる撚った糸でも、容易に抽象化モデル作成することができる。

また本発明によれば、1つの糸の抽象化モデルについての平方根の比が全体の半分以上を占める場合でも、その糸の抽象化モデルが配置基準点まわりの断面領域を半分だけ占めるように調整するので、太い糸が配置基準点のまわりの半分以上の領域を占めるような非現実的なシミュレーションを避けることができる。

また本発明によれば、撚った糸の中心軸とは異なる位置に配置基準点を設定し、配置基準点も、撚った糸の中心軸まわりに回転させるので、太い糸と細い糸との組合せで、配置基準点のまわりで占める領域の大きさでの差を設けることができなくても、配置基準点に対して中心軸をずらし、撚った糸の状態を現実の撚り糸に近づけることができる。

また本発明によれば、各糸の抽象化モデルの断面形状の中心位置について、配置基準点を基準とする相対位置を各断面形状の直径で重み付けして加重平均して、その加重平均値が撚った糸の中心軸の位置となるように設定するので、撚った糸

の中心軸に対するバランスをとることができる。

また本発明によれば、毛羽のある糸について、外周側の毛羽の部分と、毛羽を除いた内周側の糸本体の部分とを分けて抽象化モデルを生成する。配置基準点のまわりへの配置は、糸本体の部分の断面形状に基づいて行い、糸本体の部分の断面形状の周囲に、隣接する糸の抽象化モデルを超えないように、毛羽の部分の断面形状を配置する。糸の画像の複写は、糸の画像から毛羽の部分と糸本体の部分とを分けて行うので、毛羽のある糸を使用して、撚り糸での細かい毛羽の表現を容易に行うことができる。

また本発明によれば、各糸の抽象化モデルと画像との対応関係を、抽象化モデルの長さ方向に対して、画像の全長または一部を使用区間として設定し、使用区間の一端から他端までを対応付けると、次に一端から対応付を再開するように繰返して設定するので、画像として入力する糸の長さが有限でも、十分に長い撚った糸を容易にシミュレーションすることができる。

また本発明によれば、平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に各糸の画像を複写した撚った糸の画像を使用し、その撚った糸を使用して編成する編地の画像をシミュレーションするので、撚った糸のシミュレーションのみではなく、その撚った糸を使用する編地の画像も得ることができる。

さらに本発明によれば、コンピュータの画像処理で、撚り糸画像のシミュレーションを容易に行うことができる。

さらに本発明によれば、コンピュータに記録しているプログラムを読込ませて、撚り糸画像のシミュレーションを容易に行わせることができる。

さらに本発明によれば、画像入力手段に、撚り合わせに使用する複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力し、抽象化手段によって、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定するので、現実的な糸の画像から抽象化した抽象化モデルで容易に撚った糸の抽象化モデルを、撚り合わせ手段によって生成することができる。生成される撚った糸の抽象化モ



デルを、投射手段によって撚った糸の中心軸に平行な平面上に投射し、画像複写手段によって、撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化手段によって設定されている対応関係に基づいて、各糸の画像を複写した状態を表示するので、表示される画像としては細かい毛羽なども忠実に再現して、現実的な画像のシミュレーションを行うことができる。

また本発明によれば、複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、撚った糸に対して配置基準点を設定して、各糸の抽象化モデルの断面形状を、該配置基準点のまわりにそれぞれ配置して、予め定める条件に従って扁平化する。配置基準点を、予め定める条件に従って撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面形状の組合せを、中心軸のまわりで回転させ、撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、回転する断面形状の軌跡として生成するので、容易に撚った糸の抽象化モデルを得ることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数本の糸の撚り合わせをシミュレーションして、撚った糸の画像を形成する撚り糸画像のシミュレーション方法であって、

撚り合わせに使用する該複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力する画像入力ステップと、

画像入力ステップで入力される画像に基づいて、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定しておく抽象化ステップと、

抽象化ステップで抽象化された該複数本の糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った糸の抽象化モデルを生成する撚り合わせステップと、

撚り合わせステップで生成された撚った糸の抽象化モデルを、該中心軸に平行な平面上に投射する投射ステップと、

投射ステップで平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化ステップで設定されている対応関係に基づいて、各糸の画像を複写する画像複写ステップとを含むことを特徴とする撚り糸画像のシミュレーション方法。

2. 前記抽象化ステップでは、前記画像入力ステップで入力された複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、前記各糸の抽象化モデルを生成し、前記撚り合わせステップは、

前記撚った糸に対して配置基準点を設定して、抽象化ステップで生成される各糸の抽象化モデルの断面形状を、該配置基準点のまわりにそれぞれ配置する断面配置ステップと、

断面配置ステップで設定される配置基準点を、予め定める条件に従って前記撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面配置ステップで配置された断面形状の組合せを、該中心軸のまわりで回転させる断面回転ステップと、

撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、断面回転ステップで回転する断面形状の軌跡として生成する外形生成ステップとを含むことを特徴と

する請求項 1 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

3. 前記抽象化ステップでは、前記断面形状を、予め定める条件に従って扁平化させることを特徴とする請求項 2 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

4. 前記断面配置ステップでは、前記撚った糸の配置基準点まわりの断面領域を、前記糸の抽象化モデルの直径の平方根の比で分割し、分割された領域間の境界線で隣接する糸の断面形状が相互に接するように、各糸の抽象化モデルの断面形状を円形から扁平化させることを特徴とする請求項 2 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

5. 前記断面配置ステップでは、1 つの糸の抽象化モデルについての前記平方根の比が全体の半分以上を占める場合、該糸の抽象化モデルが前記配置基準点まわりの断面領域を半分だけ占めるように調整することを特徴とする請求項 4 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

6. 前記断面配置ステップでは、前記撚った糸の中心軸とは異なる位置に前記配置基準点を設定し、

前記断面回転ステップでは、配置基準点も、撚った糸の中心軸まわりに回転させることを特徴とする請求項 2 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

7. 前記断面配置ステップでは、前記配置基準点を、該配置基準点と前記各糸の抽象化モデルの断面形状の中心位置との相対位置を各断面形状の直径で重み付けして加重平均して得られる位置が前記撚った糸の中心軸の位置となるように、設定することを特徴とする請求項 6 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

8. 毛羽のある糸について、

前記抽象化ステップでは、外周側の毛羽の部分と、毛羽を除いた内周側の糸本体の部分とを分けて前記糸の抽象化モデルを生成し、

前記断面配置ステップでは、糸の抽象化モデルを、糸本体の部分の断面形状に基づいて前記配置基準点のまわりに配置して、該糸本体の部分の断面形状の周囲に、隣接する糸の抽象化モデルを超えないように、毛羽の部分の断面形状を配置し、

前記画像複写ステップでは、前記糸の画像から毛羽の部分と糸本体の部分とを

分けて、前記平面に投射されている糸の抽象化モデルに画像を複写することを特徴とする請求項 2 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

9. 前記抽象化ステップでは、前記各糸の抽象化モデルと画像との対応関係を、抽象化モデルの長さ方向に対して、画像の全長または一部を使用区間として設定し、使用区間の一端から他端までを対応付けると、次に一端から対応付を再開するように繰返して設定することを特徴とする請求項 1 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

10. 前記画像複写ステップで、前記平面上に投射された撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルに、前記各糸の画像を複写した撚った糸の画像を使用し、該撚った糸を使用して編成する編地の画像をシミュレーションすることを特徴とする請求項 1 記載の撚り糸画像のシミュレーション方法。

11. 請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の撚り糸画像のシミュレーション方法を、コンピュータに実行させるためのプログラム。

12. コンピュータに読込ませて、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の撚り糸画像のシミュレーション方法を実行させるためのプログラムを記録した、コンピュータ読取り可能な記録媒体。

13. 複数本の糸の撚り合わせをシミュレーションして、撚った糸の画像を形成する撚り糸画像のシミュレーション装置であって、

撚り合わせに使用する該複数本の糸の画像を、線状に延びる形状でそれぞれ入力する画像入力手段と、

画像入力手段に入力される画像に基づいて、各糸に対し、数式化可能な予め定める形状の一定断面で一方向に延びる抽象化モデルをそれぞれ生成して抽象化し、各抽象化モデルと画像との対応関係を設定する抽象化手段と、

抽象化手段によって抽象化される該複数本の糸の抽象化モデルを、予め定める条件に従って撚り合わせ、中心軸に沿って延びる形状で撚った糸の抽象化モデルを生成する撚り合わせ手段と、

撚り合わせ手段によって生成される撚り糸の抽象化モデルを、該中心軸に平行な平面上に投射する投射手段と、

投射手段によって平面上に投射される撚った糸の抽象化モデルに含まれる各糸の抽象化モデルの投射像に、抽象化手段によって設定されている対応関係に基づいて、各糸の画像を複写した状態を表示する画像複写手段とを含むことを特徴とする撚り糸画像のシミュレーション装置。

14. 前記抽象化手段は、前記画像入力手段に入力される複数本の糸の断面形状を円形としてそれぞれ抽象化し、

前記撚り合わせ手段は、

前記撚った糸に対して配置基準点を設定して、抽象化手段によって生成される各糸の抽象化モデルの断面形状を、該配置基準点のまわりにそれぞれ配置して、予め定める条件に従って扁平化させる断面配置手段と、

断面配置手段によって設定される配置基準点を、予め定める条件に従って前記撚った糸の中心軸に沿って変位させながら、断面配置手段によって配置される断面形状の組合せを、該中心軸のまわりで回転させる断面回転手段と、

撚った糸の中心軸に沿う各糸の抽象化モデルの外形を、断面回転手段によって回転する断面形状の軌跡として生成する外形生成手段とを含むことを特徴とする請求項12記載の撚り糸画像のシミュレーション装置。

FIG. 1

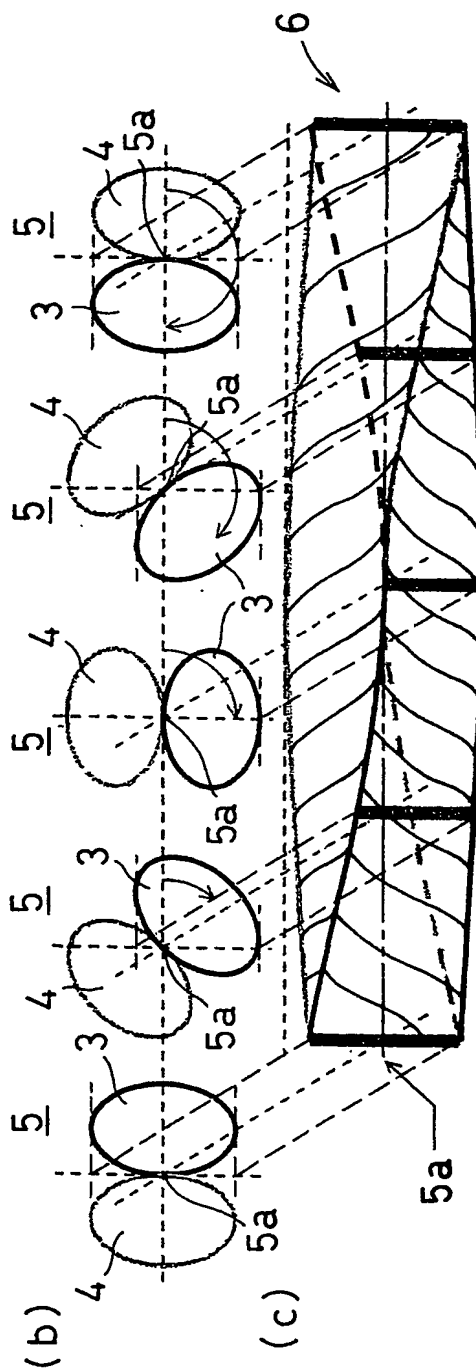
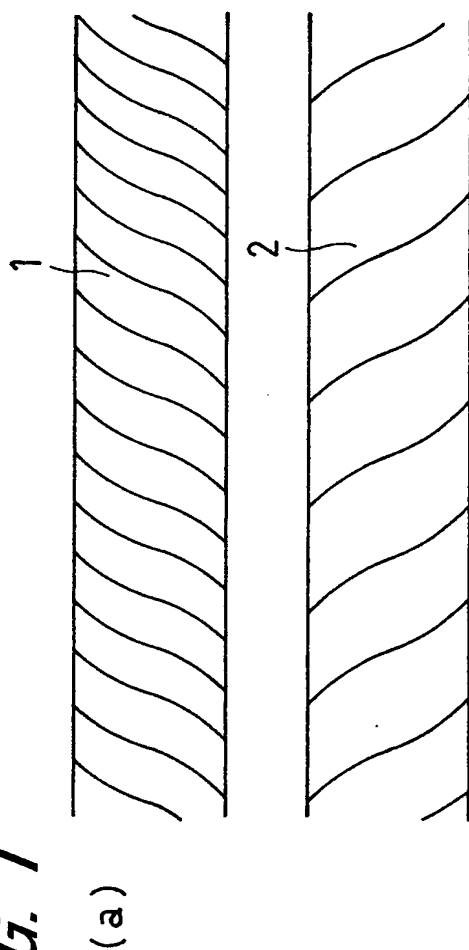
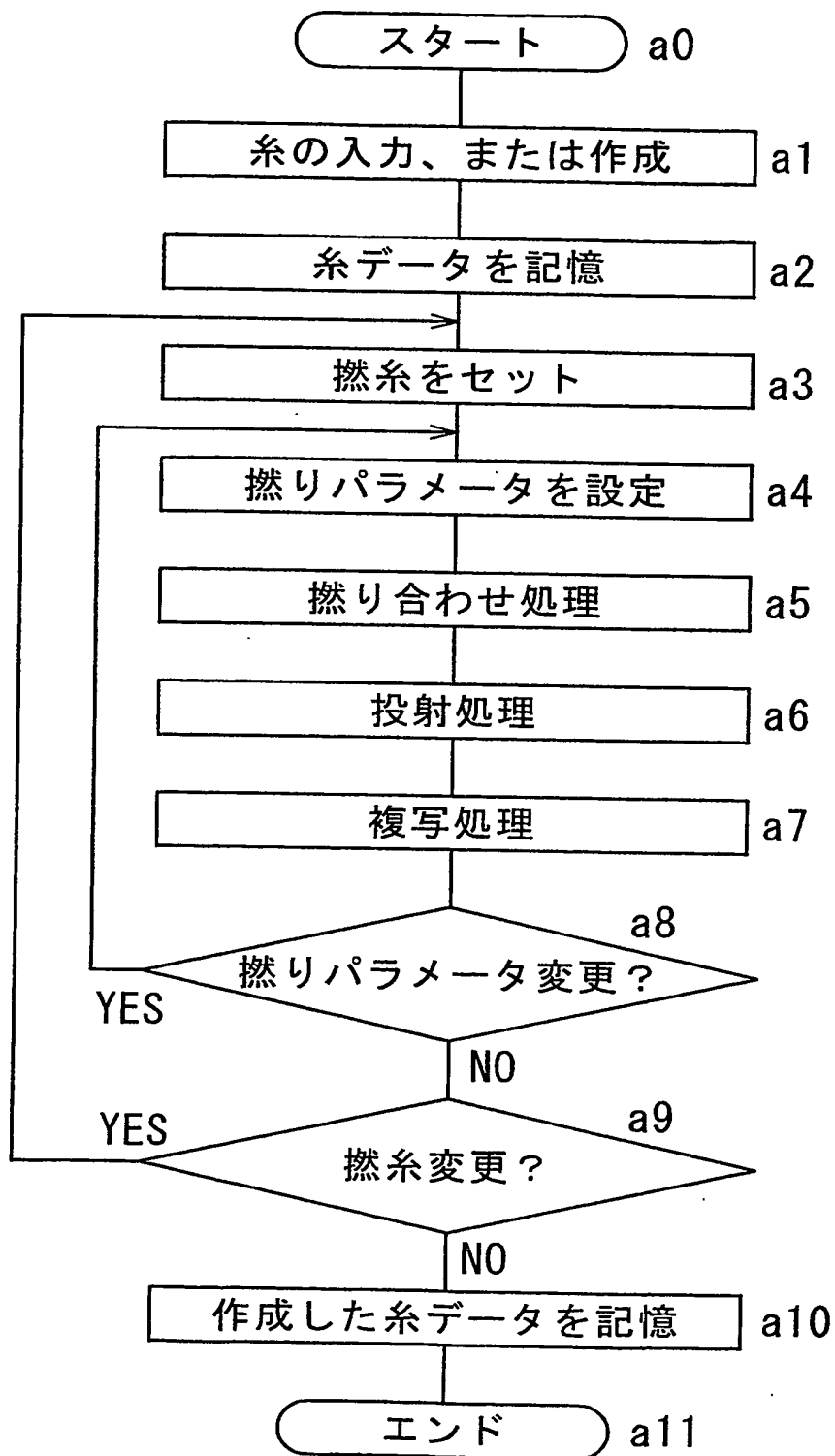


FIG. 2



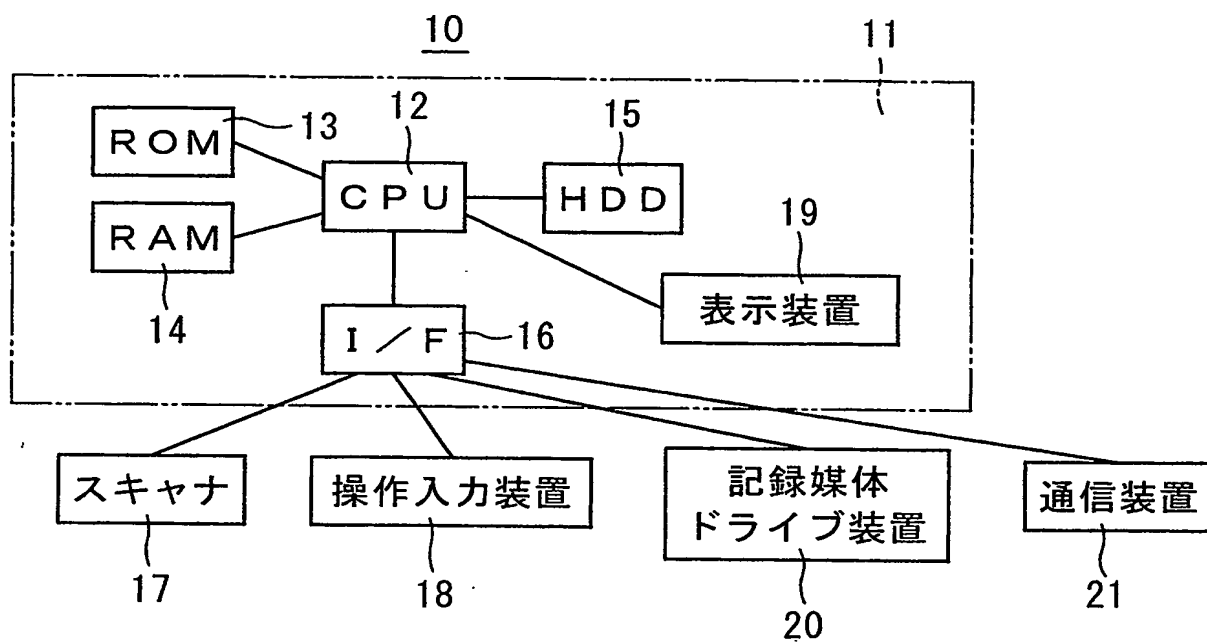
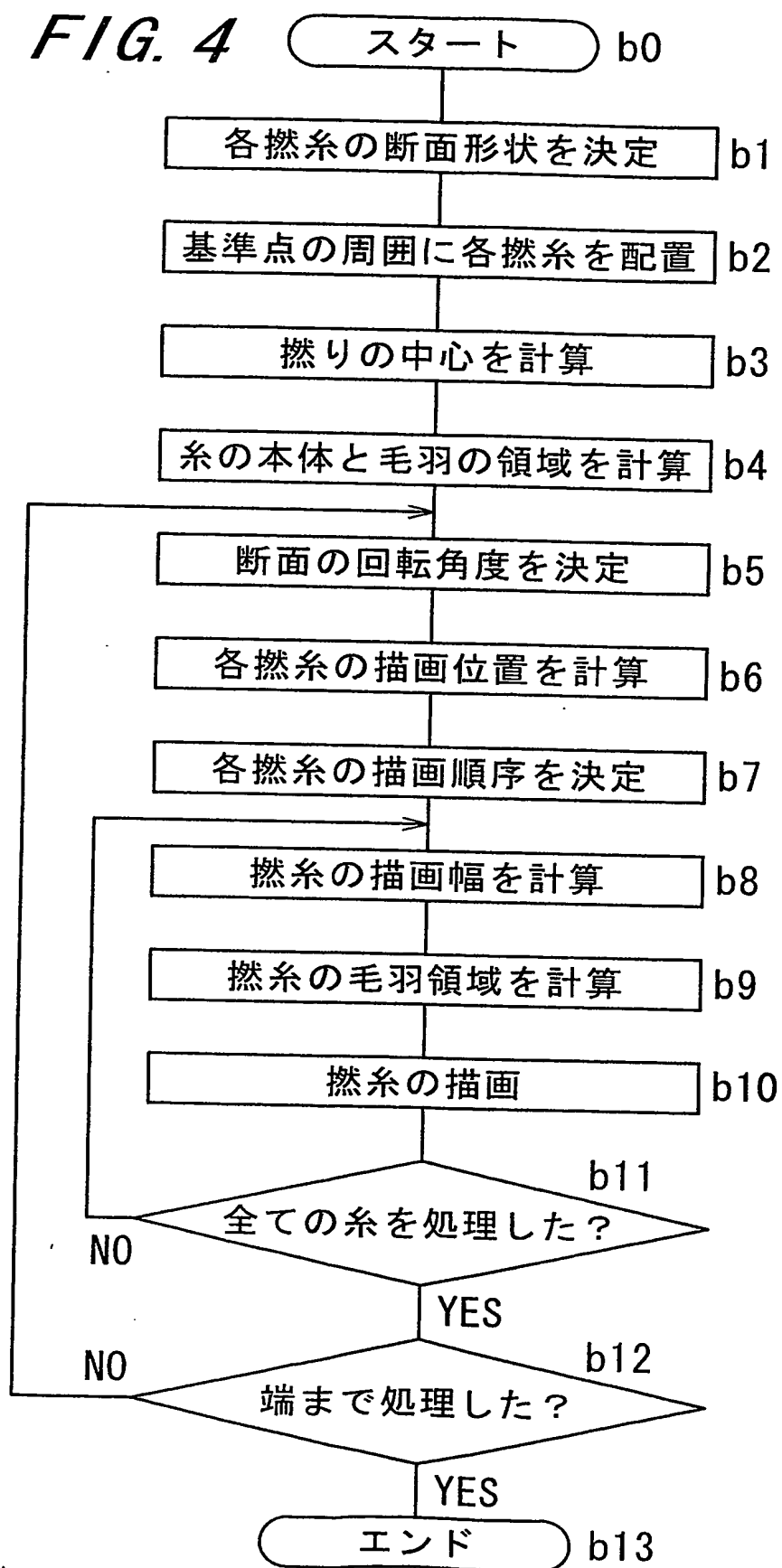
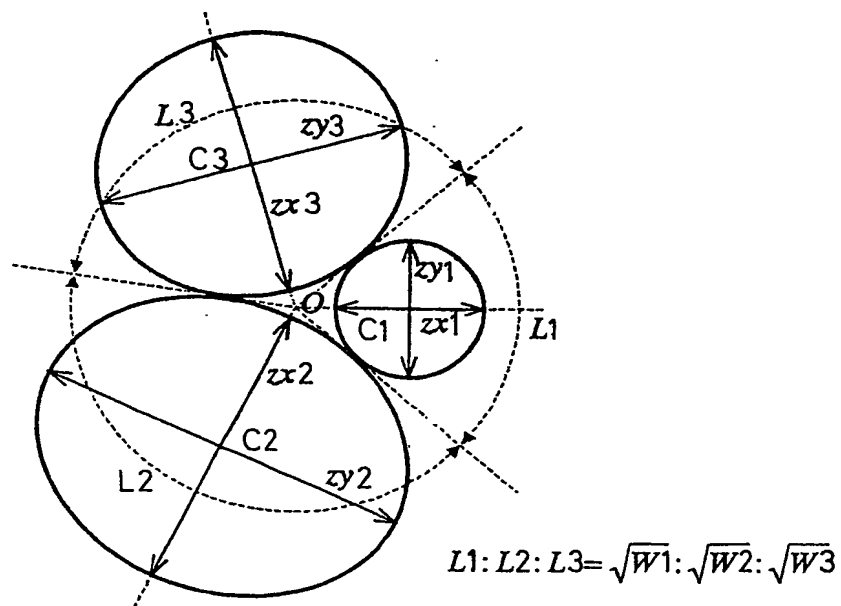
*FIG. 3*

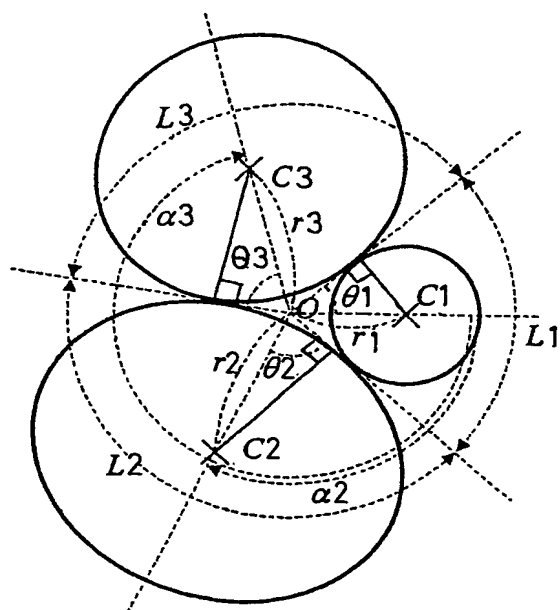


FIG. 4

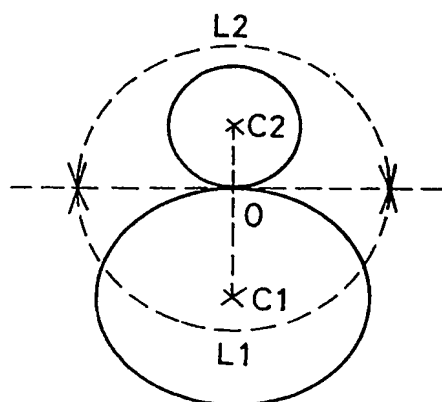


**FIG. 5****FIG. 6**

(a)



(b)



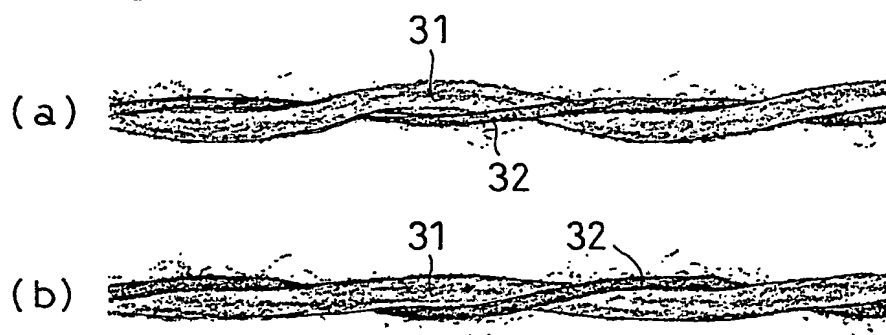
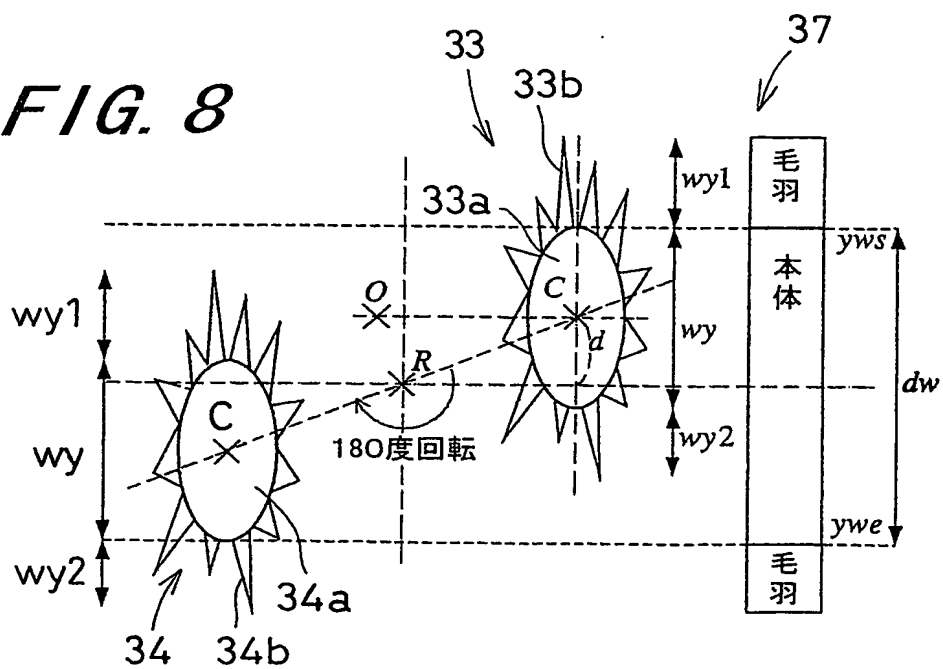
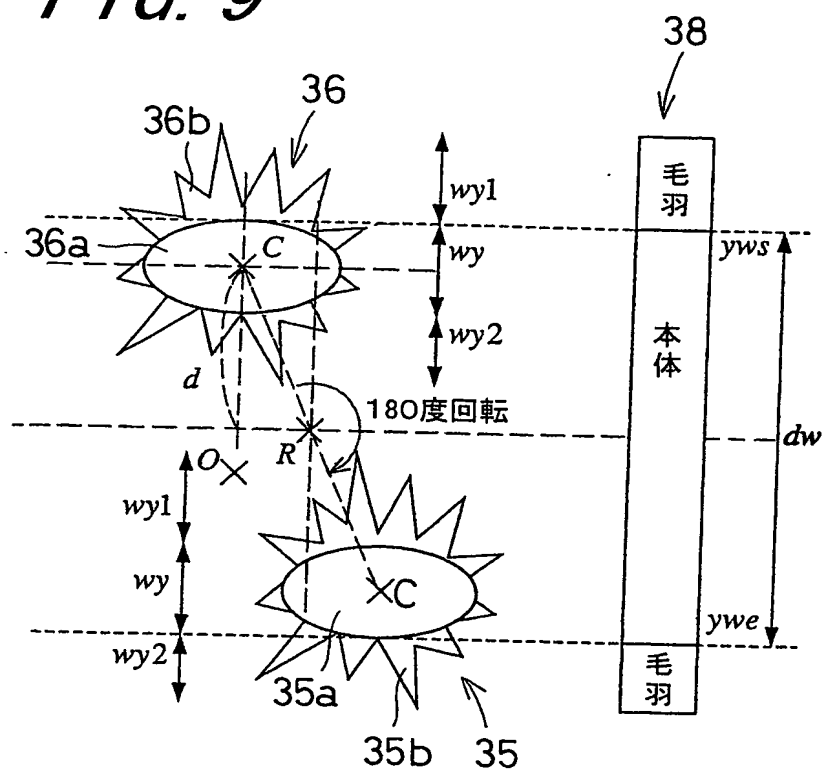
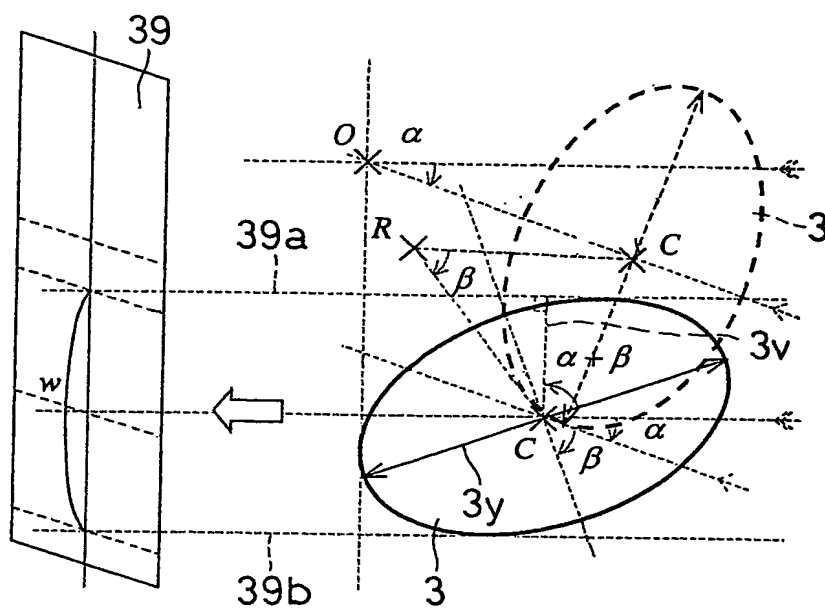
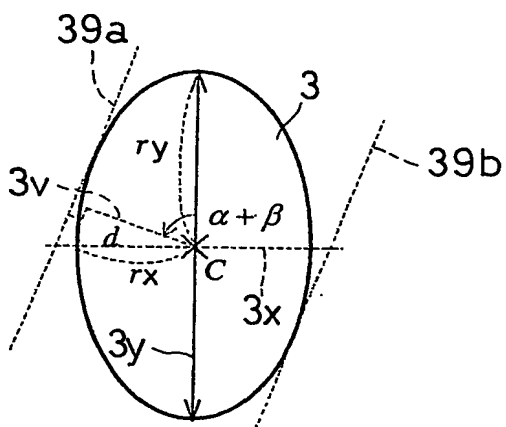
**FIG. 7****FIG. 8**

FIG. 9



**FIG. 10****FIG. 11**

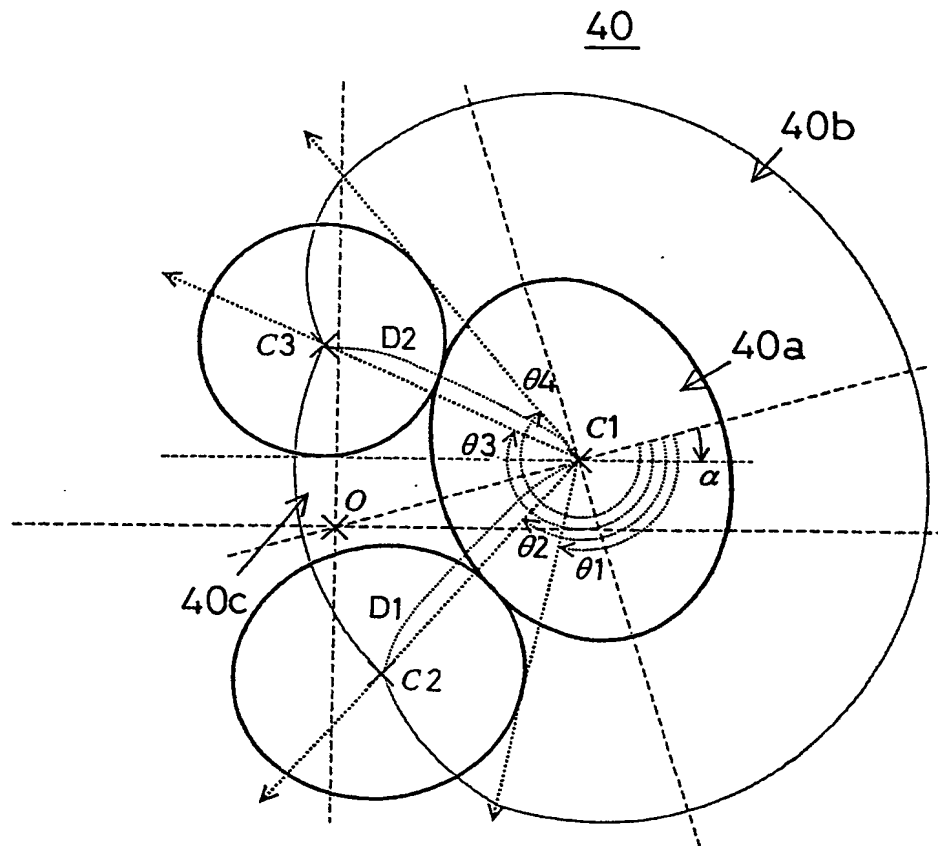
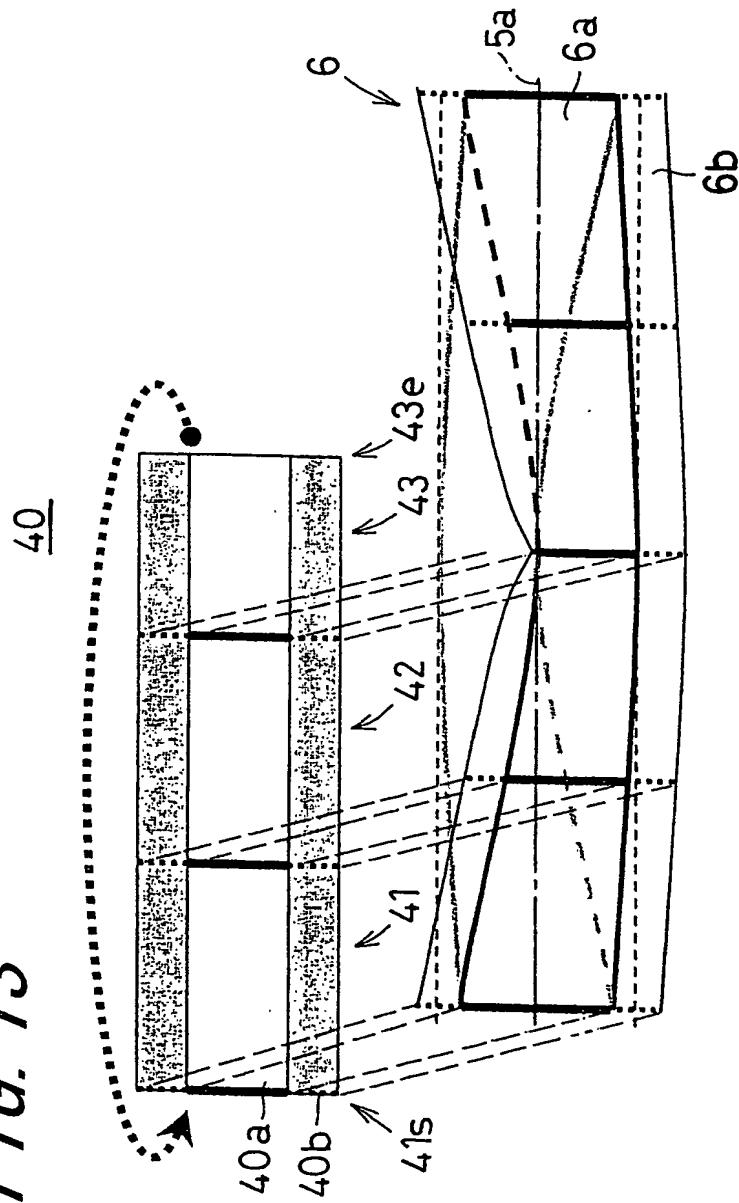
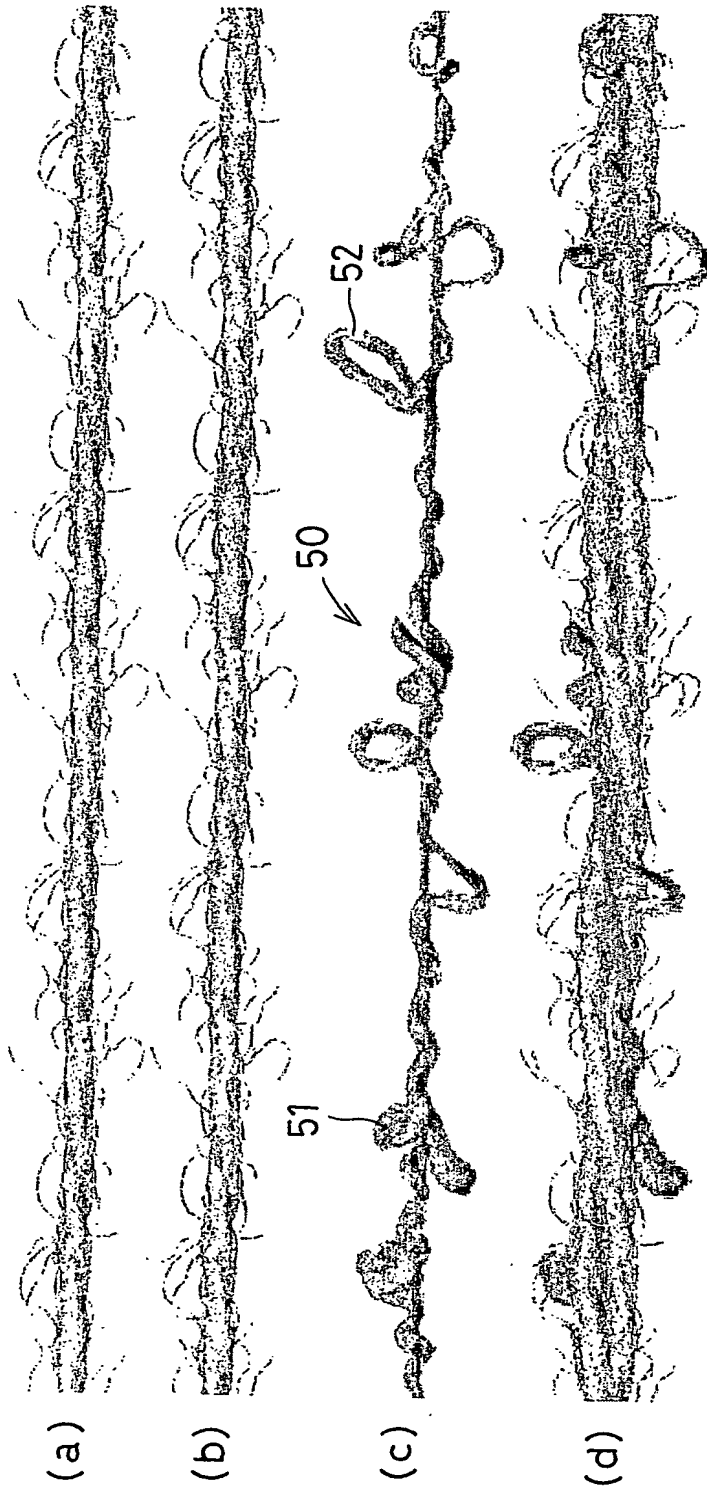
*FIG. 12*

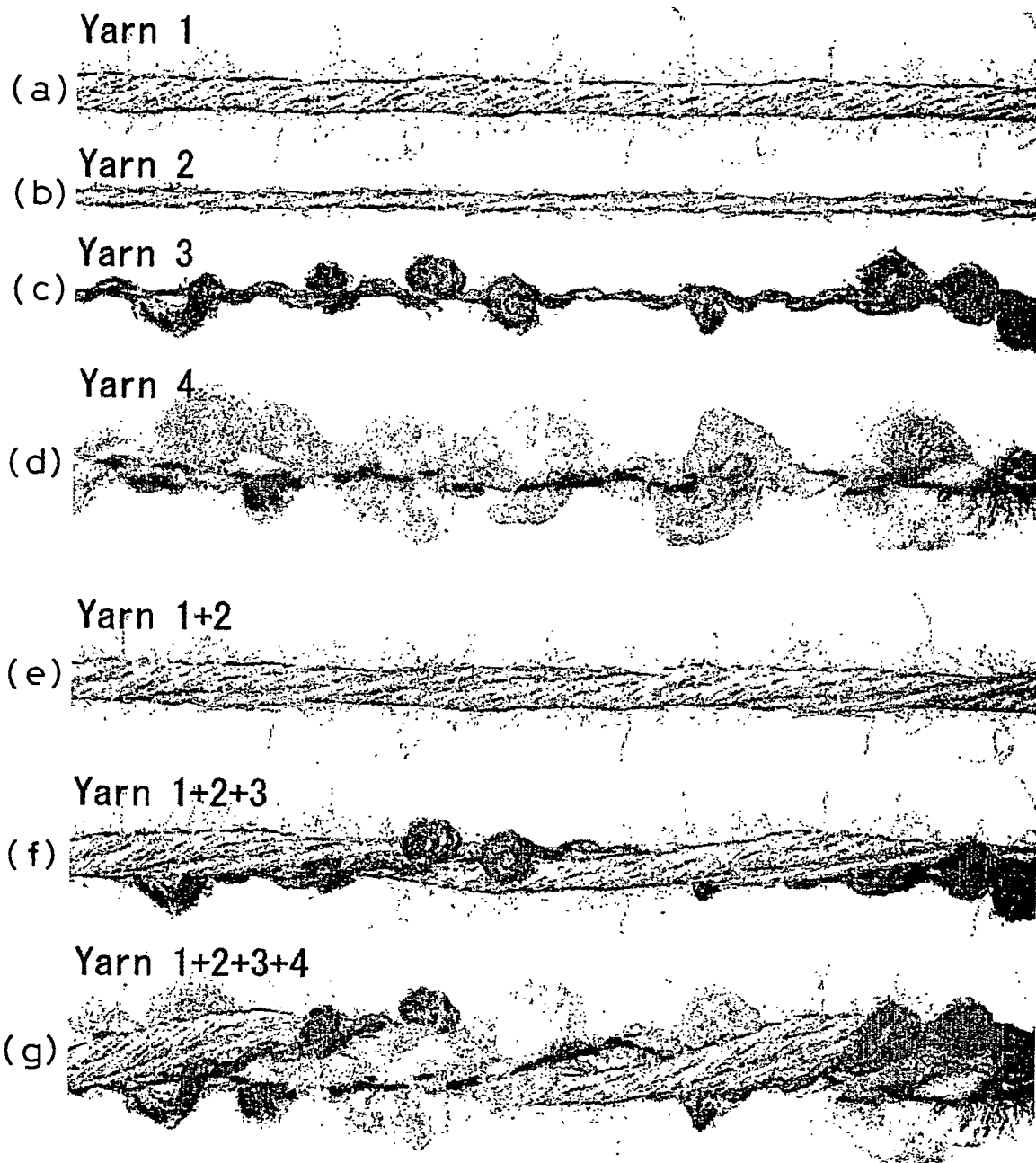
FIG. 13



**FIG. 14**





**FIG. 15**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15373

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G06F17/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G06F17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FUJITSU S Family Designer's Workbench Shiyo Tebiki (Textile Designer Shien System), Fujitsu SA Systems Kabushiki Kaisha, 31 May, 1995 (31.05.95), pages 65 to 80	1-14
A	US 5680333 A (E I DU PONT DE NEMOURS AND CO.), 21 October, 1997 (21.10.97), Full text; all drawings	1-14
A	JP 04-82936 A (Ricoh Co., Ltd.), 16 March, 1992 (16.03.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 January, 2004 (27.01.04)Date of mailing of the international search report  
10 February, 2004 (10.02.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15373

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0640707 A1 (SHIMA SEIKI MFG., LTD.), 01 March, 1995 (01.03.95), Full text; all drawings & US 5557527 A & JP 07-70890 A	1-14
A	WO 98/16823 A1 (CIS GRAPHIK UND BILDVERARBEITUNG GMBH.), 23 April, 1998 (23.04.98), Full text; all drawings	1-14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G06F17/50

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G06F17/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	FUJITSU S ファミリー Designer'sワークベンチ使用手引書(テキスタイルデザイン支援システム), 富士通エス・ユー・システムズ株式会社, 1995. 05. 31, p. 65-80	1-14
A	US 5680333 A(E I DU PONT DE NEMOURS AND CO.)1997. 10. 21, 全文, 全図	1-14
A	JP 04-82936 A(株式会社リコー)1992. 03. 16, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-14
A	EP 0640707 A1(SHIMA SEIKI MFG. LTD.)1995. 03. 01, 全文, 全図 & US 5557527 A & JP 07-70890 A	1-14
A	WO 98/16823 A1(CIS GRAPHIK UND BILDVERARBEITUNG GMBH)1998. 04. 23, 全文, 全図	1-14

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 01. 2004

国際調査報告の発送日

10. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

水野 恵雄



5H

3054

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**